*Por Luciano Haas Rosito**

Capítulo V

Luminância e uniformidade

Neste artigo serão abordados os critérios estabelecidos para a avaliação da luminância e uniformidade de luminância estabelecidas no capítulo 5 da norma ABNT NBR 5101:2012. Antes de avaliarmos os critérios da norma, é importante entender o conceito da grandeza em pauta e sua unidade, bem como o que ela representa e sua importância.

A luminância é expressa em candelas por metro quadrado, sendo a luz refletida a partir de uma determinada área, ou seja, a intensidade luminosa refletida por unidade de área, logo, estamos falamos de intensidade luminosa por área em metros quadrados. Usualmente, pode ser definida como: a luz refletida de uma superfície, que transmite uma sensação de claridade aos olhos. Está muito ligada ao brilho, mas o conceito é diferente do brilho da luz e do brilho refletido. A luminância não deixa de ser uma excitação visual no olho humano e o que realmente enxergamos são contrastes de luminância. Na norma também está definida a luminância de velamento ou luminância de véu, sendo: o efeito provocado pela luz que incide sobre o olho do observador no plano perpendicular à linha de visão. Depende do ângulo entre o centro da fonte de ofuscamento e a linha de visão, bem como da idade do observador.

A luminância varia de acordo com a classe de reflexão da pista, sendo necessário o conhecimento desta classe para o projeto luminotécnico. Varia também de acordo com as condições da

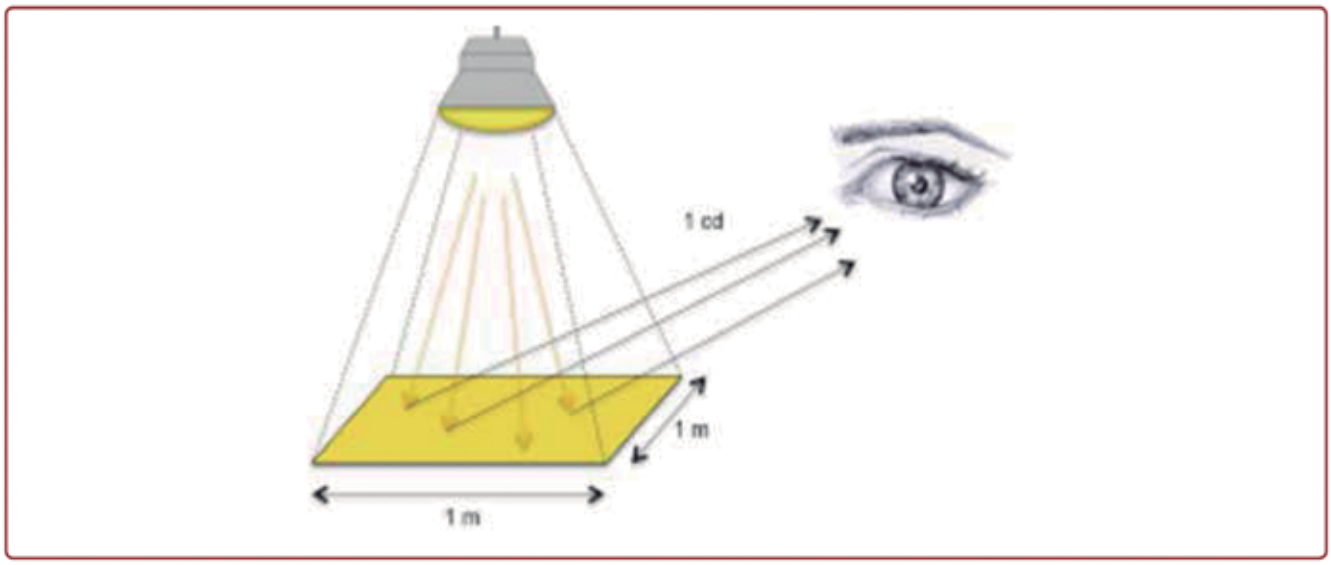

Figura 1 – Luminância.

pista, por exemplo, uma pista molhada tem características diferentes da mesma pista seca. Logo, luminância e contraste de luminância, também neste caso é o que realmente enxergamos, e o que importa para nossa visão na iluminação pública para transitarmos de forma segura.

A ABNT NBR 5101 estabelece os valores mínimos para a luminância média mantida em cada classe de via para veículos e calçada para pedestres. Estes valores são obtidos pela média aritmética das leituras realizadas em campo ou cálculo realizado em software de iluminação, em plano horizontal, no nível do piso da via, sob as condições estabelecidas. Na ABNT NBR 5101, a luminância média é definida como: valor médio da luminância na área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via.

Nos instrumentos de medição, a norma define o luminancímetro como o instrumento apropriado para medir diretamente a luminância (cd/m2) média de uma área ou a luminância de diversas áreas elementares. Esta definição deve ser ampliada e definido melhor o instrumento a ser utilizado, sua especificação detalhada sem restringir marca, modelo ou tecnologia, bem como a classe de exatidão e calibração do equipamento.

Para o projeto correto deve haver uma classificação do tipo de pavimento da via. Tanto a CIE quanto a IES adotam quatro classes de pavimento para fins de projeto de luminância. Esta classificação deverá ser considerada na revisão da ABNT NBR 5101 a fim de aprimorar e melhor definir as condições para o projeto luminotécnico. A classe de pavimento nas publicações internacionais vai de R1 até R4, sendo:

Fator Qo (coeficiente de luminância) aplicado a cada classe de R1 a R4 de acordo com o modo de refletância de cada um dos tipos. Desde um concreto claro com reflexão difusa até um asfalto com reflexão especular.

Nas definições da ABNT NBR 5101 também se encontram as definições dos fatores de uniformidade de luminância, sendo:

- ***Fator de uniformidade da luminância (uniformidade global):*** Uo igual à razão entre a luminância mínima e a luminância média em um plano especificado:

$$U_o = \frac{L_{min}}{L_{med}}$$

Em que:

L_{min} é igual à luminância mínima;

L_{med} é igual à luminância média.

- ***Fator de uniformidade da luminância (uniformidade longitudinal):*** UL igual à razão entre a luminância mínima e a luminância máxima ao longo das linhas paralelas ao eixo longitudinal da via em um plano especificado:

$$U_L = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

Em que:

L_{min} é igual à luminância mínima;

L_{max} é igual à luminância máxima.

Assim como na iluminância, o menor valor de luminância é definido como Lmin, conhecido como ponto de mínima iluminância na área que está sendo avaliada e deve ser aplicado para cálculo do fator de uniformidade em conjunto com o Lmed calculado/medido. O fator de uniformidade é definido na tabela 3 da norma, também de acordo com cada classe de via. Para luminância também devemos avaliar a uniformidade de luminância UL, levando em conta o Lmin e o Lmax. A avaliação destes pontos é importante para que não tenhamos diferenças significativas de valores de luminância que gerem pontos claros e escuros, comumente conhecido como "efeito zebra" ou "zebrado" na iluminação das vias.

A seção 7 da norma ABNT NBR 5101 é a que trata da inspeção dos valores em projeto e medição de iluminância e luminância. Este é um ponto a ser discutido na revisão da ABNT NBR 5101, visto que a malha de projeto e verificação de campo foi projetada originalmente para iluminância, e é necessário avaliar se esta é a melhor forma de avaliação de luminância em projeto, bem como as dificuldades de avaliação da luminância em campo devido aos equipamentos utilizados e sua precisão na medição. Deve ser estabelecida uma malha de medição de luminância bem como o detalhamento dos procedimentos de medição incluindo os equipamentos necessários e sua aplicação, lentes, etc.

Para luminância, a norma também estabelece que estes valores não são os iniciais quando é implantado o projeto, e sim os valores no final da vida útil do sistema, após a depreciação da fonte de luz e condições de pó acumulado na parte externa do refrator da luminária e demais depreciações neste refrator (perdas de luz). Para luminância também devem ser considerados os fatores de manutenção ao longo do tempo de utilização de acordo com o fator de manutenção local. O valor

Tabela 1 – Classes de iluminação para cada tipo de via (Tabela 4 da ABNT NBR 5101)

Descrição da via	Classe de Iluminação
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Auto-estradas	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separaçãode pistas; vias de mão dupla, com cruzamento e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiros ou obstáculos	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado	
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importantes; vias de acesso residencial	
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

Tabela 2 – Classes de iluminação para cada tipo de via (Tabela 6 da ABNT NBR 5101)

Descrição da via	Classe de Iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadões, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais)	P4

Tabela 3 – Requisitos de luminância e uniformidade (Tabela 3 da ABNT NBR 5101)

Classe de iluminação	L_{med}	$U_o \geq$	$U_L \geq$	TI %	SR
V1	2,00	0,40	0,70	10	0,5
V2	1,50	0,40	0,70	10	0,5
V3	1,00	0,40	0,70	10	0,5
V4	0,75	0,40	0,60	15	-
V5	0,50	0,40	0,60	15	-

L_{med}: luminância média; U_o: uniformidade global; U_L: uniformidade longitudinal; TI: incremento linear.
NOTA 1 Os critérios de TI% e SR são orientativos assim como as classe V4 e V5.
NOTA 2 As classes V1, V2 e V3 são obrigatórias para a luminância.

médio mantido é estabelecido a partir da necessidade de visão das pessoas para circulação de forma segura, logo, o valor inicial deve ser maior que este estabelecido na tabela a seguir, caso não haja um sistema de controle que mantenha o fluxo constante ao longo da vida levando em conta os fatores de manutenção. Os valores estabelecidos em norma levam em conta a necessidade de luminância que necessitamos para cada situação e não uma média dos valores ao longo do tempo.

Os níveis de luminância para a parte da via onde circulam os veículos são definidos nas classes de V1 a V5 e na calçada onde circulam pedestres de P1 a P4. As classes são definidas de acordo com a função da via, volume de tráfego, separação de tráfego e demais características definidas no código brasileiro de trânsito. Importante na prática é saber interpretar estes valores e classificar as vias de forma correta em ambas as situações (veículos e pedestres). A classificação deve levar em conta a via como um todo e todos os tipos de usuários que irão trafegar por ela, e as características específicas de cada espaço a ser iluminado.

A tabela 3, que estabelece os requisitos de luminância e uniformidade, deve ser considerada em todos os projetos de iluminação pública, sendo as vias classificadas como V1, V2 e V3 obrigatórias para os requisitos de luminância. Esta tabele deveria ser a mais importante e aplicada da ABNT NBR 5101. Infelizmente, ainda é raro que editais de licitação de compra de equipamentos, projetos e PPPs utilizem esta tabela como referência para determinar os níveis mínimos exigidos para a luminância.

Para o critério de luminância, a ABNT NBR 5101 também não define um fator de manutenção que deve ser utilizado para todos projetos, mas sim que este deve ser definido de acordo com as condições locais, densidade de tráfego devendo ser realizada a manutenção quando a iluminância média atingir 70% do valor inicial. Sendo assim, de forma indireta, indica o conceito da vida útil do sistema, devendo o projetista/contratante estabelecer se os equipamentos a serem utilizados depreciam em que tempo para atingir este índice de 70% do valor inicial. Desta forma, deve ser utilizado o mesmo fator utilizado para os cálculos de iluminância.

Para a revisão da ABNT NBR 5101, recomenda-se a inclusão das condições de projeto e medição de luminância como nas recomendações internacionais que estabelecem a padronização do observador a uma distância média de 83,07 metros e uma altura do olho do observador a 1,45m em direção ao ponto de visualização. Critérios como método STV (Small Target Visibility) também poderiam ser avaliados, assim como a criação de um capítulo sobre ofuscamento.

LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, diretor comercial da Tecnowatt e coordenador da Comissão de Estudos CE 03:034:03 – Luminárias e acessórios da ABNT/COBEI. É professor das disciplinas de Iluminação de exteriores e Projeto de iluminação de exteriores, do IPOG, e palestrante em seminários e eventos na área de iluminação e eficiência energética.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO
Acompanhe todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e outros comentários
podem ser encaminhados para redacao@atitudeeditorial.com.br